

## KANT, KUHN E A RACIONALIDADE DA CIÊNCIA<sup>1</sup>

Michael Friedman (Stanford University)<sup>2</sup>  
mlfriedman@stanford.edu

Tradutor:  
Rogério Passos Severo (UFSM)<sup>3</sup>  
rpsevero@gmail.com

**Resumo:** Este artigo considera a evolução do problema da racionalidade científica desde Kant, passando por Carnap, até Kuhn. Argumento em favor de uma versão relativizada e historicizada da concepção original kantiana dos princípios científicos *a priori* e examino o modo pelo qual esses princípios mudam e se desenvolvem através de mudanças revolucionárias de paradigmas. O empreendimento distintivamente filosófico de refletir sobre e contextualizar tais princípios é então visto como desempenhando um papel chave ao tornar possível a comunicação intersubjetiva racional entre paradigmas que de outro modo seriam incomensuráveis.

**Palavras-chave:** Kant, Kuhn, racionalidade da ciência, constitutivo *a priori*.

Na Introdução da *Crítica da razão pura*, Kant formula o que chama de “problema geral da razão pura”, a saber, “Como

---

<sup>1</sup> Tradução recebida em 31.01.2010 e aprovada em 02.08.2010. O original, “Kant, Kuhn, and the rationality of science”, foi publicado em *Philosophy of Science*, Chicago, v. 69, p. 171-190, jun. 2000. Os direitos de publicação desta tradução foram cedidos pela University of Chicago Press, que não se responsabiliza por sua exatidão. Nota do autor (Michael Friedman): “Este artigo apareceu primeiramente em Michael Heidelberger e Friedrich Stadler (Eds.). *History of philosophy of science: new trends and perspectives*. Dordrecht: Kluwer, 2002. Ele aparece aqui com a permissão dos editores e da Kluwer Academic Publishers. Ele também reproduz algumas passagens de meu livro *Dynamics of reason: The 1999 Kant lectures at Stanford University*. Stanford: CSLI Publications, 2001”.

<sup>2</sup> Michael Friedman é professor da Stanford University e Co-Chair da linha de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia.

<sup>3</sup> O tradutor, Rogério Passos Severo, é Professor-adjunto do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

são possíveis os juízos sintéticos *a priori*?”. Kant explica que esse problema geral envolve duas questões mais específicas sobre ciências *a priori* particulares: “Como a matemática pura é possível?” e “Como a ciência natural pura é possível?” – onde a primeira diz respeito sobretudo à possibilidade da geometria euclidiana, e a segunda à possibilidade das leis fundamentais da mecânica newtoniana, tais como as da conservação de massa, inércia e igualdade de ação e reação. Ao responder essas questões, Kant desenvolve o que chama de uma teoria filosófica “transcendental” de nossas faculdades cognitivas humanas – em termos de “formas da intuição sensível” e “conceitos puros” ou “categorias” do pensamento racional. Essas estruturas cognitivas são tidas como descrevendo uma racionalidade fixa e absolutamente universal – comum a todos os seres humanos em todos os tempos e lugares – e assim explicariam o sentido em que a ciência natural matemática (a física matemática de Newton) representa um modelo ou exemplar dessa racionalidade<sup>4</sup>.

No estado atual das ciências, no entanto, não mais acreditamos que os exemplos específicos de Kant de conhecimento sintético *a priori* sejam sequer verdadeiros, e menos ainda que sejam *a priori* e necessariamente verdadeiros, pois a revolução einsteiniana na física resultou tanto em uma concepção do espaço, do tempo e do movimento essenci-

---

<sup>4</sup> O “problema geral da razão pura”, junto com seus dois subproblemas mais específicos, é formulado na § VI da Introdução da *Crítica da razão pura* em B 19-24. As seções V e VI, que culminam com as três questões “Como a matemática pura é possível?”, “Como a ciência natural pura é possível?” e “Como a metafísica como ciência é possível?”, são acrescentadas à segunda edição (1787) da *Crítica* e claramente seguem a estrutura dos *Prolegômenos a toda metafísica futura*, de 1783, que intencionava clarificar a primeira edição (1781). Essa maneira de colocar o problema geral da razão pura também reflete de modo claro a crescente ênfase sobre a questão da ciência natural pura encontrada nos *Primeiros princípios metafísicos da ciência natural* (1786). Para uma discussão mais extensa da teoria de Kant da ciência natural pura e sua relação com a física newtoniana, ver Friedman (1992), especialmente os capítulos 3 e 4.

almente não newtoniana, em que as leis newtonianas da mecânica não são mais universalmente válidas, quanto em uma aplicação à natureza de uma geometria não euclidiana de curvatura variável, onde corpos afetados apenas pela gravitação seguem as trajetórias mais retas possíveis, ou geodésicas. Isso, por sua vez, tem levado a uma situação em que não mais estamos convencidos de que haja algum verdadeiro exemplo de conhecimento científico *a priori*. Se a geometria euclidiana, outrora o modelo mesmo de conhecimento racional ou *a priori* da natureza, pode ser revisada empiricamente, como reza o argumento, então tudo é em princípio empiricamente revisável. Nossas razões para adotar um ou outro sistema de geometria ou mecânica (ou, na verdade, de matemática mais geral ou de lógica) são no fundo do mesmo tipo que as considerações puramente empíricas que apoiam qualquer outra parte de nossa teoria total da natureza. Resta-nos uma forma fortemente holística de empirismo ou naturalismo, em que a própria distinção entre os componentes racionais e empíricos de nosso sistema total de conhecimento científico tem ela própria de ser abandonada.

Esse tipo de concepção fortemente holística do conhecimento é mais intimamente identificada com a obra de W. V. Quine. Nosso sistema de conhecimento, na imagem bem conhecida de Quine, deveria ser visto como uma vasta rede de crenças interconectadas em que a experiência ou o *input* sensorial impinge apenas ao longo da periferia. Quando de frontados com uma “experiência recalcitrante” que está em conflito com nosso sistema de crenças, temos então uma escolha sobre onde fazer revisões. Estas podem ser feitas relativamente próximas à periferia do sistema (caso em que

fazemos uma mudança em uma porção de nível relativamente baixa da ciência natural), mas também podem – quando o conflito é particularmente agudo e persistente, por exemplo – afetar as partes mais abstratas e gerais da ciência, incluindo até mesmo as verdades da lógica e da matemática, que ficam no centro de nosso sistema de crenças. Decerto, essas crenças que estão nos níveis mais altos ao centro de nosso sistema são relativamente entrincheiradas, no sentido de que somos relativamente relutantes em revisá-las ou abandoná-las (como já fomos no caso da geometria euclidiana, por exemplo). Entretanto, e esse é o ponto crucial, absolutamente nenhuma de nossas crenças está para sempre “imune à revisão” à luz da experiência:

A totalidade de nosso assim chamado conhecimento ou crenças, desde as questões mais casuais de geografia e história até as leis mais profundas da física atômica ou mesmo da matemática pura e da lógica, é um tecido fabricado pelos homens que impinge na experiência apenas ao longo das bordas. Ou, mudando de imagem, a ciência total é como um campo de força cujas condições limitadoras são a experiência. Um conflito com a experiência na periferia ocasiona ajustes no interior do campo. [...] Mas o campo total é tão subdeterminado por suas condições limitadoras, a experiência, que há uma ampla latitude de escolha quanto a quais enunciados reavaliar tendo em vista qualquer experiência contrária particular. [...]

Se essa concepção está correta [...], torna-se vão buscar uma fronteira entre enunciados sintéticos, que dependem contingentemente da experiência, e enunciados analíticos, que se sustentam aconteça o que acontecer. Qualquer enunciado pode ser mantido verdadeiro aconteça o que acontecer, se fizermos ajustes suficientemente drásticos em outras partes do sistema. Mesmo um enunciado muito próximo da periferia pode ser mantido verdadeiro em face a experiências recalcitrantes, alegando-se alucinação ou remendando certos enunciados do tipo chamado de leis lógicas. Conversamente, pela mesma razão, nenhum enunciado é imune à revisão. Revisão até mesmo da lei do terceiro excluído já foi proposta como um meio

de simplificar a mecânica quântica; e que diferença há em princípio entre esse tipo de mudança e a mudança pela qual Kepler tomou o lugar de Ptolomeu, ou Einstein o de Newton, ou Darwin o de Aristóteles? (QUINE, 1953, p. 42-43)<sup>5</sup>

Como esclarece a última frase, exemplos de transições revolucionárias em nosso conhecimento científico e, em particular, o exemplo da revolução einsteiniana na geometria e na mecânica constituem uma parte muito importante das motivações para essa concepção.

Mas é importante notar que essa concepção fortemente antiapriorista do conhecimento científico não foi de modo algum predominante durante o final do século dezenove e início do século vinte – isto é, durante o período em que as grandes revoluções na geometria e na mecânica, que agora associamos à obra de Einstein, estavam de fato ocorrendo. Se começamos com as figuras-chaves da filosofia da geometria não euclidiana, por exemplo, embora seja verdade que Hermann von Helmholtz visse a escolha entre as geometrias euclidiana e não euclidiana como empírica, ele também sugeriu que a estrutura mais geral do espaço comum tanto ao sistema euclidiano quanto ao não euclidiano (o de curvatura constante ou o que Helmholtz chamou de “mobilidade livre”) era uma pressuposição necessária de todas as mensurações do espaço e desse modo uma forma “transcendental” de nossa intuição espacial no sentido de Kant. Em parte com base nisso, Henri Poincaré foi ainda mais longe. Conquanto nenhuma geometria particular – nem a euclidiana nem a não euclidiana – seja uma condição *a priori* de nossa

---

<sup>5</sup> Extraído dos primeiros dois parágrafos da § 6, intitulado “Empirismo sem os dogmas”, de “Two dogmas of empiricism” [“Dois dogmas do empirismo”] (1951, p. 20-43); reimpresso em *From a logical point of view* (1953, p. 42-43). [Tradução brasileira disponível no volume ‘Ryle/Strawson/ Austin/Quine’ da Coleção ‘Os Pensadores’.]

intuição espacial, não se segue que a escolha entre elas, como pensava Helmholtz, seja empírica, pois resta um abismo irreduzível entre nossa experiência sensorial grosseira e aproximativa e nossas descrições matemáticas precisas da natureza. Portanto, argumentou Poincaré, estabelecer um ou outro sistema de geometria requer uma escolha livre, uma convenção de nossa parte – baseada, em última análise, na maior simplicidade matemática do sistema euclidiano<sup>6</sup>.

Essa concepção fortemente antiapriorista do conhecimento científico tampouco foi adotada pelos primeiros pensadores científicos ao abraçarem entusiasticamente a nova teoria de Einstein. Esses pensadores, os positivistas lógicos, rejeitaram, é claro, o sintético *a priori* na versão original de Kant. Rejeitaram a ideia de princípios *a priori* absolutamente fixos e irrevisáveis embutidos, de uma vez por todas, em nossas capacidades cognitivas fundamentais. Em vez de um empirismo holístico, entretanto, adotaram uma concepção radicalmente nova do *a priori*. Talvez a articulação mais clara da nova concepção dos empiristas lógicos seja a fornecida por Hans Reichenbach em seu primeiro livro, *Teoria da relatividade e conhecimento a priori*, publicado em 1920<sup>7</sup>. Reichenbach distingue dois sentidos do *a priori* kantiano: necessário e irrevisável, fixo para todo o sempre, de um lado, e “constitutivo do conceito do objeto de conhecimento [científico]” de outro. Reichenbach argumenta, com base nisso, que a grande lição da teoria da relatividade

---

<sup>6</sup> Para uma discussão estendida de Helmholtz e Poincaré, veja meu artigo “Helmholtz’s Zeichentheorie and Schlick’s Allgemeine Erkenntnislehre” (1997, p. 19-50); “Geometry, construction, and intuition in Kant and his successors” (2000); e *Reconsidering logical positivism* (1999), capítulo 4.

<sup>7</sup> Reichenbach, *Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori* (1920); traduzido para inglês como *The theory of relativity and a priori knowledge* (1965). A distinção entre os dois sentidos do *a priori* kantiano descrita na próxima frase ocorre no capítulo 5.

é que o primeiro sentido tem de ser abandonado, enquanto o segundo tem de ser retido. A teoria da relatividade envolve princípios constitutivos *a priori* como pressuposições necessárias de suas afirmações propriamente empíricas, do mesmo modo como a física newtoniana, mas esses princípios mudaram essencialmente na transição desta última à primeira: por exemplo, enquanto a geometria euclidiana é de fato constitutivamente *a priori* no contexto da física newtoniana, ela é constitutivamente *a priori* apenas infinitesimalmente no contexto da relatividade geral. Ao final, nessa tradição, ficamos com uma concepção relativizada e dinâmica dos princípios físico-matemáticos *a priori*, que mudam e se desenvolvem junto com o desenvolvimento das próprias ciências física e matemática, mas que ainda assim retêm a função constitutiva caracteristicamente kantiana de tornar possível, em primeiro lugar, o conhecimento empírico natural estruturado e moldado por eles.

A filosofia das linguagens formais, ou estruturas [*frameworks*] linguísticas, de Rudolf Carnap, primeiramente desenvolvida em seu *Sintaxe lógica da linguagem*, de 1934, foi a expressão mais madura da nova concepção dos empiristas lógicos<sup>8</sup>. Todos os padrões de “correção”, “validade” e “verdade”, de acordo com Carnap, são relativos às regras lógicas que definem uma ou outra linguagem formal, ou estrutura linguística. As regras da matemática e da lógica clássica, por exemplo, são definidoras de certos cálculos lógicos ou estruturas linguísticas, enquanto as regras da matemática e da lógica intuicionista (em que a lei do terceiro excluído não é mais universalmente válida) são definidoras de outros. Uma

---

<sup>8</sup> Carnap (1934, 1937).

vez que os padrões de “validade” e “correção” são assim relativos à escolha de estrutura linguística, não faz sentido perguntar se alguma dessas escolhas de estrutura é ela própria “válida” ou “correta”, pois as regras lógicas relativas às quais essas noções podem ser bem-definidas ainda não estão colocadas. Essas regras são *constitutivas* dos conceitos de “validade” e “correção” – relativamente a uma ou outra escolha de estrutura linguística, é claro – e são nesse sentido *a priori* e não empíricas.

Essa filosofia carnapiana das estruturas linguísticas repousa sobre duas distinções intimamente relacionadas. A primeira é a distinção entre frases formais ou *analíticas* de uma dada estrutura e frases empíricas ou *sintéticas* – ou, como diz Carnap na *Sintaxe lógica*, entre *regras lógicas* (“regras-L”) de uma estrutura linguística e *regras físicas* (“regras-F”). As regras-L incluem as leis da lógica e da matemática (e podem também, ao menos em espaços de curvatura constante, incluir as leis da geometria física), enquanto as regras-F incluem leis comumente ditas empíricas, tais como as equações do eletromagnetismo de Maxwell. Dessa maneira, a distinção de Carnap entre regras-L e regras-F está em paralelo estreito com a distinção de Reichenbach, desenvolvida em seu livro de 1920, entre “axiomas de coordenação” (princípios constitutivos) e “axiomas de conexão” (leis propriamente empíricas). A diferenciação de Carnap entre regras lógicas e empíricas (frases analíticas e sintéticas) então induz a uma segunda distinção fundamental entre questões *internas* e *externas*<sup>9</sup>. Questões internas são decididas dentro

---

<sup>9</sup> Essa distinção é feita de modo explícito primeiramente em Carnap, “Empiricism, semantics, and ontology” [“Empirismo, semântica e ontologia”] (1950, p. 20-40); reimpresso em *Meaning and necessity* (1956). [Tradução disponível no volume ‘Schlick/Carnap’ da Coleção ‘Os Pensadores’.]

de uma estrutura já adotada, de acordo com as regras lógicas da estrutura em questão. Questões externas, por sua vez, dizem respeito precisamente à questão sobre qual estrutura linguística – e portanto quais regras lógicas – adotar em primeiro lugar, e, uma vez que ainda não há nenhuma regra lógica estabelecida, não são, diferentemente de questões internas estritamente falando, racionalmente decidíveis. Tais questões só podem ser decididas por convenção, com base em considerações em geral pragmáticas, de conveniência ou adequação a um ou outro propósito. Um desejo predominante por segurança contra a possibilidade de contradição, por exemplo, pode levar à escolha das regras mais fracas da matemática e da lógica intuicionista, enquanto que um interesse em facilitar a aplicação à física pode levar à escolha das regras mais fortes da matemática e da lógica clássica.

Ora, foi precisamente essa filosofia carnapiana de estruturas linguísticas que formou o pano de fundo e contraste para a articulação por Quine de uma forma radicalmente oposta de holismo epistemológico, de acordo com o qual nenhuma distinção fundamental entre *a priori* e *a posteriori*, lógico e factual, analítico e sintético, pode de fato ser traçada. Como vimos, foi no artigo de 1951 de Quine, “Dois dogmas do empirismo”, que seu desafio à distinção analítico/sintético foi pela primeira vez tornado amplamente conhecido e a imagem holística do conhecimento como uma vasta rede de crenças interconectadas também apareceu pela primeira vez. Mas é importante ver aqui que é o ataque de Quine à distinção analítico/sintético, e não simplesmente a ideia de que nenhuma crença está para sempre imune à revisão, que é básica para a nova forma de holismo de Quine, pois a filosofia de Carnap de estruturas linguísticas está

inteiramente predicada na ideia de que princípios lógicos ou analíticos, tanto quanto princípios empíricos ou sintéticos, podem ser revisados no progresso da ciência empírica<sup>10</sup>. De fato, como vimos, a formulação inicial de Reichenbach dessa nova visão dos princípios constitutivos *a priori* foi desenvolvida precisamente para acomodar as mudanças revolucionárias na estrutura geométrica e mecânica da teoria física trazidas pelo desenvolvimento de Einstein da teoria da relatividade. Em vez disso, a diferença entre Quine e Carnap está no fato de que este último persiste traçando uma distinção nítida entre mudanças de linguagem ou estruturas linguísticas, em que princípios constitutivos definidores das próprias noções de “validade” e “correção” são revisados e mudanças nos enunciados empíricos ordinários, formulados contra o pano de fundo dessa já presente estrutura constitutiva. Essa distinção, para Carnap, repousa em última análise sobre a diferença entre enunciados analíticos, que dependem apenas dos significados dos termos relevantes, e enunciados sintéticos, que expressam afirmações dotadas de conteúdo sobre o mundo empírico.

O ataque de Quine à distinção analítico/sintético – e desse modo à versão particular de Carnap da distinção entre princípios *a priori* e empíricos – é hoje em dia amplamente aceito, e não tenho nenhum desejo de defender aqui o modo particular pelo qual Carnap articulou essa distinção. O que quero, entretanto, é questionar se o holismo e-

---

<sup>10</sup> Carnap explicitamente abraça esse tanto de holismo epistemológico (baseado nas ideias de Poincaré e Pierre Duhem) no § 82 de *Sintaxe lógica*. Quine é, portanto, extremamente desnorteador quando (na passagem citada anteriormente do § 6 de “Dois dogmas”) simplesmente iguala analiticidade com irrevisabilidade. Ele é similarmente desnorteador no § 5 (p. 41) quando afirma que o “dogma do reducionismo” (isto é, a negação do holismo duhemiano) é “na raiz idêntico” ao dogma da analiticidade.

pistemológico quiniiano é realmente nossa única opção, e se, em particular, de fato representa nossa melhor maneira de pôr-mo-nos de acordo com as mudanças revolucionárias no desenvolvimento histórico das ciências que agora são frequentemente tomadas como apoiando-o.

O holismo quiniiano apresenta nosso sistema total da ciência como uma vasta rede ou conjunção de crenças que se defrontam com “tribunal da experiência” como uma entidade corporativa. Quine concede que algumas crenças, tais como as da lógica e da aritmética, são relativamente centrais, enquanto outras, como as da biologia, digamos, são relativamente periféricas. Mas isso apenas quer dizer que é menos provável que as primeiras sejam revisadas no caso de “experiências recalcitrantes” na periferia, enquanto é mais provável que as últimas sejam revisadas. Um conservadorismo científico razoável prefere revisar crenças menos centrais, menos entrincheiradas, antes de se ver forçado a revisar as crenças mais centrais e mais bem entrincheiradas. A rigor, no entanto, a evidência empírica – seja a favor ou contra – espalha-se sobre *todos* os elementos da vasta conjunção que é nosso sistema total da ciência, no qual todos os elementos, sejam quais forem, defrontam-se igualmente com o “tribunal da experiência”. E é nesse sentido preciso, para Quine, que todas as crenças, incluindo as da lógica e da matemática, são igualmente empíricas.

Mas será que essa forma atraente de holismo epistemológico pode realmente fazer justiça aos desenvolvimentos revolucionários dentro da matemática e da ciência natural que levaram a ele? Vamos considerar primeiro a revolução newtoniana que produziu os começos da física matemática tal como hoje a conhecemos – a própria revolução, como

vimos, que a concepção de conhecimento sintético *a priori* de Kant originalmente intencionava endereçar. Ao construir sua física matemática, Newton criou, de modo virtualmente simultâneo, três avanços revolucionários: uma nova forma de matemática, o cálculo, para lidar com processos cujo limite é o infinito e graus instantâneos de mudança; novas concepções de força e quantidade de matéria encapsuladas em suas três leis do movimento; e uma nova lei universal da natureza, a lei da gravitação universal. Cada um desses três avanços foi em si mesmo revolucionário, e todos foram introduzidos por Newton no contexto de um mesmo problema científico: o de desenvolver uma teoria matemática única do movimento capaz de fornecer um tratamento unificado tanto dos fenômenos terrestres quanto dos celestes. Uma vez que os três avanços foram desse modo inspirados, ao final, pelo mesmo problema empírico, e uma vez que juntos resultaram na primeira solução conhecida para esse problema, a imagem holística de Quine parece até aqui estar correta. Todos os elementos desse sistema particular de conhecimento científico – matemática, mecânica, física gravitacional – parecem igualmente defrontar-se com o “tribunal da experiência” em conjunto.

Entretanto, há assimetrias fundamentais no modo pelo qual os diferentes elementos dessa síntese newtoniana de fato funcionam. Começando com a relação entre matemática e mecânica, a segunda lei do movimento de Newton diz que força é igual a massa vezes aceleração, onde aceleração é o grau instantâneo de mudança de velocidade (ela própria o grau instantâneo de mudança de posição). Assim, sem a matemática do cálculo essa segunda lei do movimento não poderia sequer ser formulada ou escrita, e menos ainda

funcionar de modo a descrever fenômenos empíricos. A combinação do cálculo com as leis do movimento não é adequadamente vista, portanto, como uma conjunção de proposições que contribuem simetricamente para um resultado total único: a parte matemática da teoria de Newton, em vez disso, fornece elementos da linguagem ou estrutura conceitual, poderíamos dizer, dentro da qual o resto da teoria é então formulada. Algo análogo (embora também mais sutil) vale com respeito à relação entre a mecânica de Newton e sua física gravitacional. A lei da gravitação universal diz que há uma força de atração, diretamente proporcional ao produto de duas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas, entre duas porções quaisquer de matéria no universo – que, portanto, experimentam acelerações em direção uma à outra de acordo com essa mesma lei. Mas relativamente a que estrutura de referência as acelerações em questão são definidas? Uma vez que essas acelerações são, por hipótese, universais, nenhum corpo material particular pode ser tomado como de fato em repouso nessa estrutura, e assim os movimentos em questão não são movimentos relativos a nenhum corpo material particular. O próprio Newton compreendeu esses movimentos como sendo definidos relativamente ao espaço absoluto, mas hoje os compreendemos como definidos relativamente a uma *estrutura inercial* arbitrária – onde uma estrutura inercial de referência é simplesmente uma em que as leis newtonianas do movimento são de fato verdadeiras (o centro de massa da estrutura do sistema solar, por exemplo, é uma aproximação muito boa de uma estrutura desse tipo). Segue-se que sem as leis newtonianas do movimento a teoria da gravitação de Newton não faria sequer sentido

empiricamente, sem falar em fornecer uma descrição correta dos fenômenos empíricos: na ausência dessas leis, simplesmente não teríamos ideia de como poderia ser a estrutura de referência relevante relativamente à qual as acelerações universais devidas à gravidade seriam definidas. Novamente, a mecânica e a física gravitacional de Newton não são adequadamente vistas como elementos que funcionam simetricamente em uma conjunção mais ampla: a primeira é, em vez disso, uma parte necessária da linguagem ou estrutura conceitual dentro da qual a última faz sentido empiricamente.

Ora, a teoria newtoniana da gravitação foi, é claro, substituída pela teoria geral da relatividade de Einstein, e pode-se naturalmente esperar que a imagem holística do conhecimento de Quine descreva esta última teoria mais precisamente. A relatividade geral, como a teoria newtoniana, pode ser vista como o produto de três avanços revolucionários: o desenvolvimento de uma nova área da matemática, o cálculo tensorial ou teoria geral de variedades [*manifolds*], por Bernhard Riemann no final do século dezanove; o princípio da equivalência de Einstein, que identifica efeitos gravitacionais com os efeitos inerciais antes associados às leis do movimento de Newton; e as equações de Einstein para o campo gravitacional, que descrevem como a curvatura do espaço-tempo é modificada pela presença de matéria e energia, de modo a conduzir os corpos afetados ao longo dos caminhos mais retos possíveis ou geodésicos. Novamente, cada um desses três avanços foi em si mesmo revolucionário, e os três juntos foram reunidos por Einstein para resolver um único problema empírico: o de desenvolver uma nova descrição da gravitação compatível

com a teoria especial da relatividade (que é ela própria incompatível com a ação instantânea à distância característica da teoria newtoniana) e também capaz, esperava-se, de resolver as anomalias bem-conhecidas da teoria newtoniana, tal como a que envolvia o periélio de Mercúrio. Os três avanços juntos, tal como reunidos e sintetizados por Einstein, de fato foram bem-sucedidos na resolução desse problema empírico pela primeira vez.

Não se segue, entretanto, que a combinação da teoria matemática das variedades, a lei do movimento geodésico e as equações de campos gravitacionais podem ser adequadamente vistas como uma conjunção que funciona simetricamente, de tal modo que cada elemento então se defronta igualmente com o “tribunal da experiência” quando confrontado com a anomalia no periélio de mercúrio, por exemplo. Começando novamente pela relação entre matemática e mecânica, o princípio da equivalência retrata as trajetórias espaço-temporais de corpos afetados apenas pela gravitação como geodésicas em uma geometria espaço-temporal de curvatura variável, assim como as leis do movimento de Newton, quando vistas da perspectiva desse espaço-tempo, retratam trajetórias de corpos não afetados por força alguma, como as geodésicas, em uma geometria espaço-temporal plana. Mas toda a noção de uma geometria de curvatura variável só faz sentido no contexto da nova teoria revolucionária de variedades criada por Riemann. No contexto da matemática disponível nos séculos dezessete e dezoito, em contraste, a ideia de uma geometria espaço-temporal de curvatura variável não podia sequer ser formulada ou escrita, e menos ainda funcionar na descrição de fenômenos empíricos. Uma vez mais algo estreitamente a-

nálogo (mas também mais sutil) vale para a relação entre a mecânica e a física gravitacional. As equações de campo de Einstein descrevem a variação na curvatura da geometria do espaço-tempo como uma função da distribuição de energia e matéria. Essa estrutura espaço-temporal de curvatura variável não teria aplicação ou significado empírico, no entanto, se não tivéssemos primeiramente identificado alguns fenômenos empíricos como contrapartes de suas noções geométricas fundamentais – aqui a noção de geodésica ou trajetória mais reta possível. O princípio da equivalência faz precisamente isso, no entanto, e sem esse princípio a intrincada geometria do espaço-tempo descrita pelas equações de campo de Einstein não seria sequer empiricamente falsa, mas antes um formalismo matemático vazio sem qualquer aplicação empírica<sup>11</sup>. Assim como no caso da teoria newtoniana da gravitação, portanto, os três avanços que juntos compõem a teoria revolucionária de Einstein não deveriam ser vistos como elementos que funcionam simetricamente em uma conjunção mais ampla: os primeiros dois funcionam, em vez disso, como partes necessárias da linguagem ou estrutura conceitual na qual o terceiro faz sentido, tanto matemática quanto empiricamente.

Não basta, em nenhum dos nossos dois exemplos, ver o que estou chamando de partes constitutivamente *a priori* de nossas teorias científicas simplesmente como elementos da ciência relativamente fixados ou entrincheirados no sentido de Quine, como crenças particularmente bem-estabelecidas que um conservadorismo científico razoável toma como

---

<sup>11</sup> Para uma análise do princípio da equivalência em linhas parecidas, incluindo comparações iluminadoras com a concepção de Reichenbach da necessidade de “definições coordenadoras” em geometria física, ver Robert DiSalle (1995).

sendo relativamente difícil de revisar. Quando Newton formulou sua teoria da gravitação, por exemplo, a matemática do cálculo era ainda bastante controversa – a tal ponto, na verdade, de Newton disfarçar o seu uso nos *Principia* em favor da geometria sintética tradicional. Tampouco estavam as três leis do movimento de Newton melhor entrincheiradas, naquela época, que a lei da gravitação universal. De modo similar, no caso da teoria geral da relatividade de Einstein, nem a teoria matemática de variedades nem o princípio da equivalência eram partes bem entrincheiradas da matemática ou da física matemática predominante; e essa é uma das razões centrais, na verdade, pela qual a teoria de Einstein é tão profundamente revolucionária. De modo mais geral, então, uma vez que estamos lidando em ambos os casos com revoluções conceituais profundas tanto na matemática quanto na física matemática, o entrincheiramento e a resistência relativa à revisão não são de modo algum traços distintivos apropriados. O que caracteriza os elementos distinguidos de nossas teorias é antes sua *função constitutiva* especial: a função de tornar primeiramente possível a formulação matemática precisa e a aplicação das teorias em questão. Nesse sentido, a concepção relativizada e dinâmica do *a priori* desenvolvida pelos empiristas lógicos parece descrever essas revoluções conceituais bem melhor que o holismo quiniano. Isso não é nada surpreendente, afinal, pois essa nova concepção do constitutivo *a priori* foi inspirada, acima de tudo, justamente por essas revoluções conceituais.

Não é nenhum espanto, então, que na teoria de Thomas Kuhn da natureza e caráter das revoluções científicas encontremos uma contraparte informal da concepção rela-

tivizada dos princípios constitutivos *a priori* primeiramente desenvolvida pelos empiristas lógicos. De fato, um dos exemplos centrais de Kuhn de mudanças científicas revolucionárias é precisamente, como o fora para os empiristas lógicos, a teoria da relatividade de Einstein<sup>12</sup>. Desse modo, a distinção central de Kuhn entre mudança de paradigma ou ciência revolucionária, de um lado, e ciência normal, de outro, está em paralelo próximo com a distinção carnapiana entre mudança de linguagem ou estrutura linguística e operações governadas por regras levadas a cabo dentro de uma estrutura. Assim como, para Carnap, as regras lógicas de uma estrutura linguística são constitutivas da noção de “correção” e “validade” relativas a essa estrutura, da mesma forma também um paradigma particular governando um dado episódio de ciência normal, para Kuhn, produz regras geralmente aceitas (embora talvez apenas tacitamente) que são constitutivas do que conta como sendo uma solução “válida” ou “correta” para um problema dentro desse episódio de ciência normal. Ademais, para Carnap, questões externas concernentes a que estrutura linguística adotar não são similarmente governadas por regras lógicas, mas em vez disso requerem um apelo bem menos definido a considerações convencionais e/ou pragmáticas, bem como mudanças de paradigma em ciência revolucionária, para Kuhn, não procedem de acordo com regras geralmente aceitas como ocorre na ciência normal, mas em vez disso requerem algo mais aparentado a uma experiência de conversão.

---

<sup>12</sup> Kuhn desenvolve esse exemplo em *The structure of scientific revolutions* (1970), capítulo 9 [capítulo 8 da tradução brasileira *A estrutura das revoluções científicas* (2003)]. Há alguma ironia na circunstância de que Kuhn introduz esse exemplo como parte de uma crítica ao que ele chama de “positivismo lógico inicial” (p. 98; p. 132 da edição brasileira).

De fato, rumo ao final de sua carreira, o próprio Kuhn traçou explicitamente esse paralelo entre sua teoria das revoluções científicas e a concepção relativizada dos princípios constitutivos *a priori*:

Embora seja uma fonte mais articulada de categorias constitutivas, meu léxico estruturado [= a versão tardia de Kuhn de “paradigma”] assemelha-se ao *a priori* de Kant quando este é tomado em seu segundo sentido, relativizado. Ambos são constitutivos da *experiência possível* do mundo, mas nenhum dita como aquela experiência tem de ser. Em vez disso, são constitutivos da infinita gama de experiências possíveis que poderiam concebivelmente ocorrer no mundo real ao qual dão acesso. Qual dessas experiências concebíveis ocorre no mundo real é algo que tem de ser aprendido, tanto da experiência cotidiana quanto das experiências mais sistemáticas e refinadas que caracterizam a prática científica. Ambas são professoras severas, que resistem firmemente à promulgação de crenças inadequadas à forma de vida que o léxico permite. O que resulta da atenção respeitosa a elas é o conhecimento da natureza, e os critérios que servem para avaliar contribuições àquele conhecimento são, correspondentemente, epistêmicos. O fato de que a experiência em outra forma de vida – outra época, lugar ou cultura – poderia ter constituído o conhecimento de modo diferente é irrelevante para seu status como conhecimento.<sup>13</sup>

Assim, embora Quine possa muito bem estar certo ao dizer que Carnap fracassou em dar uma caracterização lógica precisa do que aqui estou chamando de princípios constitutivos, também não há dúvida, eu sugiro, de que atenção cuidadosa ao desenvolvimento histórico real da ciência, e, mais especificamente, às próprias revoluções conceituais que de fato levaram ao nosso impasse filosófico atual, mostra que princípios *a priori* relativizados justamente do tipo que Carnap visava são centrais às nossas teorias científicas.

---

<sup>13</sup> Kuhn (1993, p. 331-332).

Mas esse paralelo estreito entre o *a priori* relativizado, porém ainda assim constitutivo, e a teoria de Kuhn das revoluções científicas implica (como a última frase de nossa citação de Kuhn sugere) que o primeiro gera os mesmos problemas e questões concernentes à racionalidade última do empreendimento científico que são já bem conhecidos na literatura pós-kuhniana em história, sociologia e filosofia da ciência. Em particular, uma vez que parece não haver princípios constitutivos geralmente aceitos governando a transição a um novo paradigma científico revolucionário ou estrutura linguística, pareceria não haver um sentido restante no qual essa transição ainda pudesse ser vista como racional, baseada em boas razões. E é precisamente por isso, é claro, que Carnap vê o que chama de questões externas como convencionais, por oposição a racionais, e Kuhn assemelha as mudanças de paradigma a experiências de conversão. Parece, então, que tudo que conseguimos defendendo o *a priori* relativizado, porém constitutivo, contra o holismo quineano foi aterrizar bem no meio da armadilha “relativista” contemporânea, na qual a racionalidade predominante do empreendimento científico é agora fortemente posta em questão.

A fonte subjacente dessa armadilha pós-kuhniana, como vimos, é o colapso da concepção kantiana original do *a priori*. Kant toma os princípios constitutivos fundamentais que estruturam a ciência matemática newtoniana como expressando categorias atemporalmente fixadas e formas da mente humana. Tais categorias e formas, para Kant, são definidoras da racionalidade humana como tal, e assim de uma racionalidade absolutamente universal, que governa todo conhecimento humano em todos os tempo e lugares.

Essa concepção, de uma racionalidade humana absolutamente *universal*, realizada nos princípios constitutivos fundamentais da ciência newtoniana, fazia perfeito sentido na época de Kant, quando a estrutura conceitual newtoniana era o único paradigma que o mundo já vira para o que hoje chamamos de física matemática. Agora, no entanto, que irrecuperavelmente perdemos essa posição de inocência, pareceria que a própria noção de uma racionalidade humana verdadeiramente universal também tem de ser abandonada. Pareceria que agora não há escapatória do *slogan* atualmente em voga, segundo o qual “todo conhecimento é local”.

Porém, o próprio Kuhn rejeitou essas implicações relativistas de suas concepções. Ele continuou mantendo, de um modo acanhadamente tradicional, que a evolução da ciência é um processo racional e progressivo apesar das transições entre paradigmas científicos que são, como ele afirma, absolutamente necessários a esse processo. O empreendimento científico, Kuhn sugere, é essencialmente um instrumento para resolver um tipo particular de problema ou “quebra-cabeça” – para maximizar o acordo quantitativo entre predições teóricas e resultados fenomenológicos de mensurações. Dado isso, entretanto, há critérios óbvios, ou “valores” – tais como exatidão, precisão, escopo, simplicidade, e assim por diante – que são definidores do empreendimento científico enquanto tal. Tais valores são constantes ou permanentes ao longo das revoluções científicas ou mudanças de paradigma, e isso é tudo que precisamos para assegurar a racionalidade (não relativa a paradigmas) do progresso científico:

[...] quer os praticantes individuais estejam cientes disso, quer não, são treinados para e premiados pela resolução de quebras-cabeça in-

tricados – sejam eles instrumentais, teóricos, lógicos ou matemáticos – na interface entre seu mundo fenomênico e as crenças de sua comunidade sobre ele. [...] Se esse é o caso, no entanto, a racionalidade da lista padrão de critérios para avaliar crenças científicas é óbvia. Exatidão, precisão, escopo, simplicidade, fecundidade, consistência e assim por diante, simplesmente são os critérios que as pessoas que resolvem os quebra-cabeças têm de considerar ao decidir se um quebra-cabeça dado a respeito do acordo entre fenômenos e crenças foi resolvido. [...] Selecionar uma lei ou teoria que os exemplifica menos plenamente que uma competidora seria autoderrogatório [*self-defeating*], e a ação autoderrogatória é o indício mais certo da irracionalidade. [...] À medida que o processo de desenvolvimento continua, os exemplos a partir dos quais os praticantes aprendem a reconhecer exatidão, escopo, simplicidade e assim por diante, mudam tanto dentro quanto entre as áreas. Mas os critérios que esses exemplos ilustram são eles próprios necessariamente permanentes, pois abandoná-los seria abandonar a ciência junto com o conhecimento que o desenvolvimento científico traz. [...] A resolução de quebra-cabeças é uma das famílias de práticas que surgiram durante aquela evolução [de práticas humanas], e o que ela produz é o conhecimento da natureza. Aqueles que proclamam que nenhuma prática orientada por interesses pode ser propriamente identificada com a busca racional do conhecimento cometem um erro profundo e cheio de consequências.<sup>14</sup>

Assim, embora o processo de desenvolvimento científico não seja governado por uma estrutura conceitual única fixada de uma vez por todas, Kuhn sugere que a ciência, em cada estágio, ainda visa um tipo uniforme de sucesso na resolução de quebra-cabeças, relativamente ao qual todos os estágios desse processo (incluindo transições entre estruturas conceituais) podem ser julgados. E então não há nenhuma dúvida, Kuhn adicionalmente sugere que a ciência, ao longo de seu desenvolvimento, tornou-se um instrumento cada vez mais eficiente para a obtenção desse fim. Nesse

---

<sup>14</sup> Kuhn, op. cit., p. 338-339.

sentido, portanto, também não há dúvida alguma de que a ciência como um todo seja um empreendimento racional.

Essa defesa kuhniana da racionalidade do conhecimento científico contra a ameaça do relativismo conceitual erra o alvo, eu creio, da verdadeira ameaça a essa racionalidade que surge do próprio trabalho historiográfico de Kuhn, pois é certamente incontroverso que o empreendimento científico como um todo de fato se tornou um instrumento cada vez mais eficiente na resolução de quebra-cabeças no sentido de Kuhn – para a maximização da exatidão quantitativa, precisão, simplicidade, e assim por diante, no ajuste de previsões teóricas a resultados fenomenológicos de mensurações. O que é controvertido, em vez disso, é a ideia adicional de que o empreendimento científico seja, desse modo, um modelo ou exemplar privilegiado de conhecimento racional – uma investigação racional – da natureza. E as razões para isso não têm nada a ver com dúvidas sobre o sucesso preditivo inegável do empreendimento científico – isto é, não põem em questão a racionalidade instrumental desse empreendimento. O que foi posto em questão é o que Jürgen Habermas chama de racionalidade comunicativa<sup>15</sup>. Esta, diferentemente da racionalidade instrumental, diz respeito não tanto à escolha de meios eficientes para um fim dado, mas a assegurar princípios mutuamente aceitos de raciocínio pelos quais uma dada comunidade de falantes pode racionalmente adjudicar suas diferenças de opinião. É precisamente esse tipo de racionalidade que é assegurada por um paradigma ou estrutura conceitual compartilhado; e é precisamente esse tipo de racionalidade que é então pro-

---

<sup>15</sup> Ver Habermas (1981, v. 1, capítulo 1), traduzido ao inglês como *The theory of communicative action* (1984).

fundamente desafiada pela teoria kuhniana das revoluções científicas – onde parece que paradigmas sucessivos, em uma revolução científica, são fundamentalmente não intertraduzíveis e, assim, não compartilham nenhuma base que permita a comunicação racional mútua. Apontar ao fato óbvio de que a ciência continuou, todavia, a aumentar sua exatidão quantitativa, precisão e assim por diante, é uma resposta bastante inadequada a toda a força do desafio relativista pós-kuhniano à racionalidade científica.

A noção de ciência normal de Kuhn, como acabamos de ver, é ela própria baseada em uma noção *intraestrutural* de racionalidade comunicativa – em regras compartilhadas do jogo, por assim dizer, comuns a todos os praticantes de um paradigma único dado. O que agora precisamos investigar são, então, os prospectos para uma noção comparável de racionalidade comunicativa *interestrutural*, capaz de fornecer princípios de raciocínio compartilhados de modo semelhante, que funcionem *através* das mudanças de paradigma revolucionárias.

Vamos primeiramente lembrarmos-nos de que, apesar do fato de mudarmos radicalmente nossos princípios constitutivos na transição revolucionária de uma estrutura conceitual a outra, ainda há um elemento importante de *convergência* nesse mesmo processo revolucionário de mudança conceitual. A mecânica relativística especial aproxima-se da mecânica clássica no limite à medida que a velocidade da luz vai ao infinito; a geometria riemanniana de curvatura variável aproxima-se da geometria euclidiana plana à medida que as regiões sob consideração tornam-se infinitamente pequenas; as equações de campo gravitacional da relatividade geral de Einstein aproximam-se das e-

quações newtonianas para a gravitação, uma vez mais, à medida que a velocidade da luz vai ao infinito<sup>16</sup>. De fato, mesmo na transição da mecânica terrestre e celeste aristotélica à mecânica terrestre e celeste clássica encontramos uma relação similar. A partir de um observador fixo na superfície da terra podemos construir um sistema de linhas de visão dirigidas aos corpos celestes; esse sistema é esférico, isomórfico à esfera celeste da astronomia antiga, e os movimentos dos corpos celestes nele são de fato descritos, com uma aproximação muito boa, pelo sistema geocêntrico preferido por Aristóteles. Além disso, na região sublunar perto da superfície da terra, onde a terra é de longe o principal corpo gravitacional, corpos pesados seguem trajetórias retas em direção ao centro da terra, novamente com uma aproximação extremamente boa. Em todas as três transições revolucionárias, portanto, elementos chaves dos paradigmas precedentes estão preservados como casos especiais aproximados do paradigma que sucede.

Esse tipo de convergência entre paradigmas sucessivos permite-nos definir uma noção *retrospectiva* de racionalidade interestrutural baseada nos princípios constitutivos da estrutura conceitual posterior: uma vez que os princípios constitutivos da estrutura anterior estão contidos naqueles da posterior como um caso aproximativo especial, os princípios constitutivos da estrutura posterior definem assim uma base racional comum para a comunicação mútua desde o ponto de vista dessa estrutura posterior. Mas isso, é

---

<sup>16</sup> Ao discutir a teoria da relatividade (ver nota 9), o próprio Kuhn (op. cit., p. 101-102; p. 136-137 da edição brasileira) explicitamente nega que a mecânica clássica possa ser logicamente derivada da mecânica relativística no limite de velocidades pequenas. Seu principal fundamento para essa negação é que “os referentes físicos” dos termos das duas teorias são diferentes. Aqui, no entanto, estou meramente apontando um fato puramente matemático sobre as estruturas matemáticas correspondentes.

claro, ainda não nos dá uma noção *prospectiva* de racionalidade interestrutural acessível do ponto de vista da estrutura anterior, e assim não fornece ainda uma base para a comunicação mútua que esteja verdadeiramente disponível a ambas estruturas<sup>17</sup>. Ainda assim, uma noção prospectiva de racionalidade comunicativa interestrutural desse tipo também começa a emergir quando observamos que, além de conter princípios constitutivos da estrutura anterior como um caso aproximativo especial, os conceitos e princípios da nova estrutura constitutiva revolucionária evoluem continuamente, por assim dizer, por uma série de transformações naturais dos conceitos e princípios antigos.

A estrutura constitutiva aristotélica, por exemplo, está baseada na geometria euclidiana, em uma concepção de fundo em que há um universo organizado hierarquicamente e teleologicamente, e em concepções de lugar natural e movimento natural apropriados a esse universo. Assim, no domínio terrestre, corpos naturais pesados movem-se em linhas retas em direção ao seu lugar natural no centro do universo, e no domínio celeste os corpos celestes movem-se naturalmente em círculos uniformes ao redor desse centro. A estrutura conceitual da física clássica então retém a geometria euclidiana, mas elimina o universo organizado hierárquica e teleologicamente junto com as concepções de lugar natural que o acompanham. Obtemos assim um universo infinito, homogêneo e isotrópico, em que todos os

---

<sup>17</sup> Que a convergência em questão produza apenas uma *reinterpretação* puramente retrospectiva da teoria original é um segundo ponto (aparentado com o primeiro) ao qual Kuhn chama a atenção na discussão citada na nota 13, onde ele salienta (p. 101; p. 136 da edição brasileira) que as leis derivadas como casos especiais no limite dentro da teoria da relatividade “não são [as de Newton] a menos que aquelas leis sejam reinterpretadas de uma maneira que teria sido impossível antes da obra de Einstein”. Creio que Kuhn está certo nisso, e de fato isso capta um aspecto central importante do que ele chamou de não intertraduzibilidade ou “incomensurabilidade” de teorias pré-revolucionárias e pós-revolucionárias.

corpos naturais movem-se em linhas retas ao infinito. Mas como chegamos a essa concepção? Um estágio intermediário essencial foi o célebre tratamento de Galileu da queda livre e do movimento de projéteis, pois embora Galileu de fato descarte o universo aristotélico organizado hierárquica e teleologicamente, ele retém – ou melhor, transforma – elementos chave da concepção aristotélica de movimento natural. A análise de Galileu está baseada em uma combinação do que ele chama de movimento naturalmente acelerado dirigido ao centro da terra e movimento uniforme ou igual dirigido horizontalmente. Diferentemente de nossa concepção do movimento retilíneo inercial, no entanto, essa contraparte galileana é uniformemente *circular* – atravessando pontos equidistantes do centro em velocidade constante. No entanto, em regiões relativamente pequenas perto da superfície da terra esse movimento circular é quase indistinguível do movimento retilíneo, e Galileu pôde assim tratá-lo como retilíneo com uma aproximação extremamente boa. E é precisamente dessa maneira, portanto, que a concepção moderna do movimento natural (inercial) é na verdade contínua à concepção aristotélica precedente do movimento natural.

Uma observação análoga (embora também mais complexa) pode ser feita concernente à transição da mecânica e teoria da gravitação newtonianas, passando pela relatividade especial, até a relatividade geral. A mudança chave na relatividade geral, como vimos, é a substituição da lei da inércia – que, da perspectiva espaço-temporal inaugurada pela relatividade especial, retrata as trajetórias de corpos livres de forças como geodésicas em uma geometria espaço-temporal plana – pelo princípio da equivalência, de acordo com o

qual corpos afetados apenas pela gravitação seguem forças geodésicas em uma geometria espaço-temporal de curvatura variável. Como foi que Einstein de fato fez essa mudança revolucionária, que representa a primeira aplicação real de uma geometria não euclidiana à natureza? A inovação de Einstein cresce naturalmente da tradição do século dezoito nos fundamentos da geometria, à medida que Einstein reinterpreta essa tradição no contexto da nova mecânica não newtoniana da relatividade especial. A transição chave a uma geometria não euclidiana de curvatura variável na verdade resulta de uma aplicação da contração de Lorentz que surge na relatividade especial à geometria de um disco em rotação, à medida que Einstein delicadamente se posiciona simultaneamente no debate sobre os fundamentos da geometria entre Helmholtz e Poincaré. Em particular, ao passo que Einstein tinha antes feito uso crucial da ideia de convenção de Poincaré para motivar a transição, com base na simplicidade matemática, do espaço-tempo newtoniano ao que correntemente chamamos de espaço-tempo de Minkowski, agora, no caso do disco em rotação, Einstein segue Helmholtz ao tomar o comportamento de varas de mensuração rígidas como fornecendo a determinação empírica da geometria subjacente – nesse caso, uma geometria não euclidiana<sup>18</sup>.

Em cada uma de nossas transições revolucionárias, ideias fundamentalmente filosóficas, pertencentes ao que poderíamos chamar de metaparadigmas ou metaestruturas epistemológicas, desempenham um papel crucial na motivação e sustentação da transição a um novo primeiro-nível

---

<sup>18</sup> Para uma discussão detalhada desse caso ver meu artigo “Geometry as a branch of physics” (2002).

ou paradigma científico. Essas metaestruturas epistemológicas guiam o importantíssimo processo de transformação conceitual e ajudam-nos, em particular, a articular o que agora queremos dizer, durante uma dada transição revolucionária, por meio de uma transformação conceitual natural, razoável ou responsável. Interagindo produtivamente tanto com metaestruturas filosóficas quanto com os novos desenvolvimentos que têm lugar dentro das próprias ciências, uma nova metaestrutura epistemológica torna, desse modo, disponível uma noção prospectiva (acessível mesmo na situação conceitual pré-revolucionária) de racionalidade interestrutural ou interparadigmática.

Na transição da filosofia natural aristotélico-escolástica para a física matemática clássica, por exemplo, ao mesmo tempo em que Galileu estava sujeitando a concepção aristotélica do movimento natural a uma transformação conceitual profunda (porém contínua), foi necessário eliminar os elementos hierárquicos e teleológicos da estrutura conceitual aristotélica em favor de um ponto de vista exclusivamente matemático e geométrico – encapsulado, para a filosofia natural mecânica da época, na distinção entre qualidades primárias e secundárias. A geometria euclidiana, como um exemplar de investigação racional, já era, é claro, parte da estrutura aristotélica, e o problema então estava em enfatizar essa parte às custas do esquema conceitual hilmórfico e teleológico característico da metafísica aristotélica. Essa tarefa, entretanto, requereu uma reorganização paralela dos conceitos mais amplos da metafísica aristotélica (conceitos de substância, força, espaço, tempo, matéria, mente, criação, divindade) e coube à filosofia de Descartes fazer essa reorganização – uma filosofia que, por sua vez, in-

teragiu produtivamente com os avanços científicos recentes, tais como a astronomia copernicana, novos resultados em ótica geométrica, e a formulação inicial da lei da inércia retilinear pelo próprio Descartes. De modo semelhante, na transição da mecânica clássica à teoria da relatividade, ao mesmo tempo em que Einstein estava sujeitando as concepções clássicas de espaço, tempo e movimento a uma transformação conceitual profunda (porém contínua), o debate filosófico sobre os fundamentos da geometria entre Helmholtz e Poincaré, em que interpretações empiristas e convencionalistas daquela ciência opunham-se uma à outra diante do sempre presente pano de fundo da filosofia kantiana, desempenhou um papel fundamental – e, por sua vez, foi ele próprio levado a cabo em resposta a avanços matemáticos nos fundamentos da geometria feitos ao longo de todo o século dezenove<sup>19</sup>.

Assim, o que vemos aqui, quero por fim sugerir, é uma versão reconcebida do projeto filosófico original de Kant – o projeto de investigar e contextualizar filosoficamente os princípios constitutivos mais básicos que definem a estrutura espaço-temporal fundamental da ciência natural empírica – que desempenha um papel orientador indispensável com respeito às revoluções conceituais dentro das ciências precisamente por gerar novas metaestruturas epistemológicas capazes de atravessar, e assim guiar, as transições revolucionárias a uma nova estrutura científica. Esse tipo peculiarmente filosófico de investigação torna disponível, desse modo, noções prospectivas de racionalidade interestrutural à luz das quais princípios constitutivos radicalmen-

---

<sup>19</sup> Ver, novamente, a referência citada na nota 15.

te novos podem então aparecer como racionais – como a apropriação e transformação por Descartes dos conceitos da metafísica aristotélico-escolástica tornou a nova filosofia natural mecânica uma opção razoável, por exemplo, ou a apropriação e transformação por Einstein das reflexões epistemológicas anteriores de Poincaré e Helmholtz fez o mesmo para a teoria da relatividade.

Em lugar da imagem quiniana de uma rede de crenças concebida holisticamente, em que tanto o conhecimento tradicionalmente entendido como *a priori* quanto a filosofia como uma disciplina são ambos supostamente absorvidos por inteiro na ciência natural empírica, estou portanto propondo uma imagem alternativa de um sistema de conhecimento plenamente dinâmico e no entanto diferenciado que pode ser analisado, para nossos propósitos presentes, em três componentes ou níveis principais. Na base, por assim dizer, estão os conceitos e princípios da ciência natural empírica propriamente dita: leis empíricas da natureza, tais como a lei newtoniana da gravitação ou as equações de Einstein para o campo gravitacional, que clara e precisamente se defrontam com o “tribunal da experiência” por meio de um processo rigoroso de testes empíricos. No próximo ou segundo nível estão os princípios constitutivamente *a priori*, que definem a estrutura espaço-temporal fundamental apenas dentro da qual a formulação rigorosa e os testes empíricos dos princípios do nível primeiro ou básico são então possíveis. Esses princípios *a priori* relativizados constituem o que Kuhn chama de paradigmas: conjuntos relativamente estáveis de regras do jogo, por assim dizer, que tornam possíveis as atividades de resolução de quebra-cabeças da ciência normal – incluindo, em particular, a

formulação e teste rigorosos das leis propriamente empíricas. Em períodos de revolução conceitual profunda, são precisamente esses princípios *a priori* constitutivos que são então sujeitos a mudança – sob pressão intensa, sem dúvida, dos novos achados empíricos e especialmente das anomalias. Não se segue, entretanto, que esses princípios constitutivos do segundo nível sejam empíricos no mesmo sentido em que os princípios do primeiro nível o são. Ao contrário, uma vez que aqui, por hipótese, uma estrutura de fundo geralmente aceita está necessariamente faltando, nenhum processo direto de teste empírico, em períodos de revolução conceitual profunda, é então possível. E aqui nosso terceiro nível, o dos metaparadigmas ou metaestruturas filosóficas, desempenha um papel indispensável, servindo de fonte de orientação ou direção na motivação e sustentação da transição de um paradigma ou estrutura conceitual a outro. Essas metaestruturas filosóficas contribuem para a racionalidade da mudança científica revolucionária, mais especificamente fornecendo uma base para a comunicação mútua (e assim para a racionalidade comunicativa no sentido de Habermas) entre paradigmas científicos de outro modo incomensuráveis (e portanto não intertraduzíveis).

Nenhum desses três níveis é fixo e irrevisável, e as distinções que estou traçando não têm nada a ver, em particular, com diferentes graus de certeza ou segurança epistêmica. De fato, todo o sentido da presente concepção de princípios *a priori* relativizados e dinâmicos é o de acomodar as revoluções conceituais profundas que repetidas vezes sacudiram nosso conhecimento da natureza em seus próprios fundamentos. É precisamente essa experiência revolucionária que, na verdade, tem revelado que nosso co-

nhecimento *tem* fundamentos no sentido presente: paradigmas constitutivos ou definidores de objetos de estudo cuja revisão acarreta uma expansão genuína de nosso espaço de possibilidades intelectuais, a tal ponto que, em períodos de revolução conceitual radical, um apelo direto à evidência empírica deixa então de ser diretamente relevante. E é nesse ponto, ademais, que a filosofia desempenha o seu próprio papel distintivo, não tanto justificando ou assegurando um novo paradigma onde a evidência empírica ainda não consegue fazê-lo, mas guiando, em vez disso, a articulação do novo espaço de possibilidades e tornando a consideração séria de um novo paradigma uma opção racional e responsável. Os vários níveis de nosso sistema de crenças total em evolução e interação não são assim distinguidos de modo algum por graus variados de segurança epistêmica (nem por graus variados de centralidade e entrincheiramento no sentido de Quine, nem por graus variados de certeza no sentido mais tradicional), mas antes por suas contribuições radicalmente diferentes, mas mutuamente complementares a toda a dialética em constante fluxo do conhecimento humano – um processo dialético em que o conhecimento científico matemático continua fornecendo-nos o melhor exemplar que temos de racionalidade humana (isto é, nosso melhor exemplo de racionalidade *comunicativa*), apesar de (e mesmo por causa de) seu caráter profundamente revolucionário.

**Abstract:** This paper considers the evolution of the problem of scientific rationality from Kant through Carnap to Kuhn. I argue for a relativized and historicized version of the original Kantian conception of scientific a priori principles and examine the way in which these principles change and develop across revolutionary paradigm shifts. The distinctively philosophical enterprise of reflecting upon and contextualizing such principles is then seen to

play a key role in making possible rational intersubjective communication between otherwise incommensurable paradigms.

**Keywords:** Kant, Kuhn, rationality of science, constitutive *a priori*.

## REFERÊNCIAS

CARNAP, Rudolf. Empiricism, semantics, and ontology. *Revue Internationale de Philosophie*, n. 11, p. 20-40, 1950.

\_\_\_\_\_. *Logische Syntax der Sprache*. Viena: Springer, 1934.

\_\_\_\_\_. *Meaning and necessity*. 2. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1956.

\_\_\_\_\_. *The logical syntax of language*. Londres: Kegan Paul, 1937.

DISALLE, Robert. Spacetime theory as physical geometry. *Erkenntnis*, n. 42, p. 317-337, 1995.

FRIEDMAN, Michael. Helmholtz's Zeichentheorie and Schlick's Allgemeine Erkenntnislehre. *Philosophical Topics*, n. 25, p. 19-50, 1997.

\_\_\_\_\_. Geometry, construction, and intuition in Kant and his successors. In: SCHER, Gila e TIESZEN, Richard (Eds.). *Between logic and intuition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

\_\_\_\_\_. Geometry as a branch of physics. In: MALAMENT, D. (Ed.). *Reading natural philosophy*. Chicago: Open Court, 2002.

\_\_\_\_\_. *Kant and the exact sciences*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1992.

\_\_\_\_\_. *Reconsidering logical positivism*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. Cap. 4.

HABERMAS, Jürgen. *The theory of communicative action*. Boston: Beacon, 1984.

\_\_\_\_\_. *Theorie des kommunikativen Handelns*. v. 1, cap. 1. Frankfurt: Suhrkamp, 1981.

KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2003.

\_\_\_\_\_. Afterwords. In: HORWICH, Paul (Ed.). *World changes*. Cambridge: MIT Press, 1993.

\_\_\_\_\_. *The structure of scientific revolutions*. 2. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

QUINE, W. V. *From a logical point of view*. New York: Harper, 1953.

\_\_\_\_\_. The two dogmas of empiricism. *Philosophical Review*, n. 60, p. 20-43, 1951.

REICHENBACH, Hans. *Reichenbach, Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori*. Berlin: Springer, 1920.

\_\_\_\_\_. *The theory of relativity and a priori knowledge*. Los Angeles: University of California Press, 1965.